

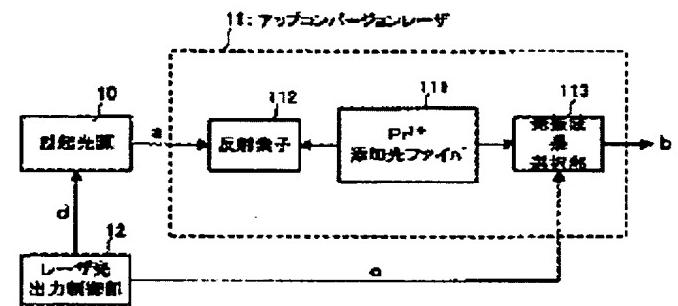
## LASER BEAM SOURCE DEVICE AND TIME DIVISION DISPLAY DEVICE USING THE SAME

**Patent number:** JP2002094156  
**Publication date:** 2002-03-29  
**Inventor:** ITO KEN; OKANO HIDEAKI  
**Applicant:** TOSHIBA CORP  
**Classification:**  
 - **International:** H01S3/10; G03B21/14; H01S3/06; H01S3/08; H01S3/091  
 - **European:**  
**Application number:** JP20000278255 20000913  
**Priority number(s):**

### Abstract of JP2002094156

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an efficient laser beam source as a light source for a projector for displaying RGB images in a time division manner.

**SOLUTION:** The output level of a laser beam (b) for which exciting light (a) generated by an exciting light source 10 is oscillated in an up conversion laser 11 is adjusted for each wavelength and red, green and blue laser beams are outputted in the time division manner. At this point, by controlling the output levels of the respective laser beams in a laser beam output control part 12, the light source for recognizing not only red, green and blue but also white and the other colors with the eyes of a human is obtained.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-94156

(P2002-94156A)

(43)公開日 平成14年3月29日 (2002.3.29)

(51)Int.Cl. <sup>1</sup>	識別記号	F I	テマコト(参考)
H 01 S 3/10		H 01 S 3/10	Z 5 F 0 7 2
G 03 B 21/14		G 03 B 21/14	A
H 01 S 3/08		H 01 S 3/08	B
3/08		3/08	
3/091		3/091	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-278255(P2000-278255)

(22)出願日 平成12年9月13日 (2000.9.13)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72)発明者 伊藤 謙

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 岡野 英明

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74)代理人 100077849

弁理士 須山 佐一

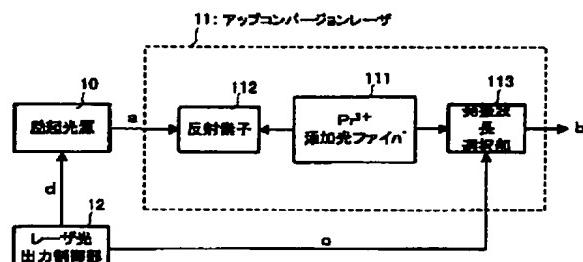
F ターム(参考) 5F072 AB07 AK06 HH09 JJ20 KK01  
KK30 PP10 YY20

(54)【発明の名称】 レーザ光源装置およびそれを用いた時分割表示装置

(57)【要約】

【課題】 時分割でRGB画面を表示するプロジェクタ用の光源として効率の良いレーザ光源を得る。

【解決手段】 励起光源10が発生した励起光aをアップコンバージョンレーザ11で発振させたレーザ光bの出力レベルの調整を各波長毎に行って、赤、緑、青色のレーザ光を時分割で出力することができる。このとき、各レーザ光の出力レベルをレーザ光出力制御部12で制御することで、人の目に対して赤、緑、青色だけでなく、白色や他の色を認識できる光源を得ることができる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $P_r$ イオンを添加したファイバとそのファイバを励起する励起光源により、アップコンバージョン励起を行い、レーザ光を発生させる装置において、時分割的に共振波長を切り換えることで赤(635nm付近)、緑(520nm付近)、青色(490nm付近)のレーザ光を得るための手段と、前記各色毎にレーザ光の出力を制御する手段とを具備したことを特徴とするレーザ光源装置。

【請求項2】 前記ファイバには $P_r$ イオンの他に $Y_b$ イオンも添加したファイバを用いることを特徴とする請求項1に記載のレーザ光源装置。

【請求項3】 前記時分割的に赤、緑、青色のレーザ光を得るための手段として、波長選択特性の異なる少なくとも3つの領域を持つミラーを回転させることで共振波長を切り換えて各色のレーザ光を得る請求項1または2に記載のレーザ光源装置。

【請求項4】 前記時分割的に赤、緑、青色のレーザ光を得るための手段として、光スイッチと3つの波長選択性反射素子で共振波長を切り換えて各色のレーザ光を得る請求項1または2に記載のレーザ光源装置。

【請求項5】 前記各色毎にレーザ光の出力を制御する手段の1つとして、各色の発振時間に合わせ、励起光源の出力を制御することを特徴とした請求項1～4のいずれかに記載のレーザ光源装置。

【請求項6】 前記各色毎にレーザ光の出力を制御する手段の1つとして、各色の発振時間を変えて制御することを特徴する請求項1～4のいずれかに記載のレーザ光源装置。

【請求項7】 前記時分割的に赤、緑、青色のレーザ光を得るための手段において、切り換える色の順番として赤色の次に緑色とすることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のレーザ光源装置。

【請求項8】  $P_r$ イオンを添加したファイバと該ファイバを励起する励起光源により、アップコンバージョン励起を行い、時分割的に共振波長を切り換えて表示を行う時分割表示装置において、

赤(635nm付近)、緑(520nm付近)、青色(490nm付近)のレーザ光を得るための手段と、前記各レーザ光の出力を色毎に制御する制御手段と、前記制御手段により得られた前記各レーザ光を共振波長の切り換えと同期して空間的に変調する変調手段と、前記変調手段より変調された映像を表示する表示手段とを具備したことを特徴する時分割表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、プロジェクタなどの光源に適したアップコンバージョンレーザ光源装置およびそれを用いた時分割表示装置に関する。

## 【0002】

2

【従来の技術】 現在、プロジェクター等に用いられる一般的な光源について説明する。この種光源としては、従来ランプが主に用いられている。ランプの種類により、いろいろあるが、基本的な利用は図9に示すようにランプ光源90で発光した白色光91をダイクロックミラーなどの色分離フィルタ92により、赤(R)93、緑(G)94、青(B)95の3原色に分けて使用する。そして、分離された光をそれぞれの色に対応した空間変調素子96～98に入射してそれぞれの画像99～101を作成し、色合成部102によりカラー画像103を得ている。

【0003】 また、RGBそれぞれの画像を同時に表示する方法の他に、図10に示すように1つの空間変調素子105を使ってRGB画像を順々に表示する時分割表示の方法もある。この場合、切換スイッチ104で選択した色だけを変調すればいいので、必要な空間変調素子が1個で済むなどコストの面でメリットがある。また、それぞれの色毎の空間変調素子を備えた製品なら光源から分離された3色を同時に利用できる。

【0004】 しかし、RGB各画像を時分割で表示する場合、一度に利用できる色は1色だけとなる。このため、分離された残りの2色は無駄になってしまう。

【0005】 このような時分割表示に使用する光源としては、必要な色だけを発光する光源が適している。図11に示すように各色別に発光素子106～108を用意し、対応した色の発光素子だけを点灯させる方法もあるが、発光素子の利用効率の面で問題がある。

【0006】 次に、希土類添加光ファイバによるアップコンバージョンについて説明する。3価の希土類 $P_r$ (プラセオジウム)イオンを添加したファイバは赤外波長を励起光源として、1.3μm帯の信号を増幅する $P_r$ 添加光ファイバ増幅器として実用化されているほか、アップコンバージョンにより、青、緑、赤色に発光することが知られている。USP5,805,631「BLUE, GREEN, ORANGE, AND RED UPCONVERSION LASER」では、 $P_r$ イオンと $Y_b$ (イッタルビウム)イオンを添加したファイバから青、緑、橙、赤色が得られることを提案している。

【0007】 しかし、発振させた青、緑、橙、赤色の出力を光源として用いたときに、人の目に対して表現できる色は $P_r$ イオンが発光できる波長の色だけであり、他の色を表現することはできない。

【0008】 また、同じ励起光源のパワーでレーザ発振させた場合、発振のしやすさや、変換効率の面でそれぞれ発振した各色レーザ出力レベルは、大きく異なってくる。基本的に出力レベルは短波長の光ほど長波長の光に比べ小さくなる。ディスプレイの光源用途として利用するには、各色毎に出力レベルの調整を行い、ホワイトバランスを取る必要がある。空間変調素子で調整も可能だが、空間変調素子の特性や発光した光パワーを十分に生かし切れなくなり、単に発振波長を切り換えただけでは

利用できないという問題点があった。

### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来の時分割でRGB画面を表示するプロジェクタ用の光源として、一般に使用されているランプ光源を使用する場合、たとえば赤色を表示する時にも使わない緑色と青色成分も発光している。このため、使用しない色成分が必ず発生し、その分エネルギーが無駄になり効率が悪いという問題点がある。

【0010】また、Prイオンでのアップコンバージョンレーザで発振波長を選択して発振させた場合、表示できる色はPrイオンがアップコンバージョンで発光できる色だけであり、任意の色を表現できないという問題点があった。

【0011】この発明では、時分割でRGB画面を表示するプロジェクタ用の光源として、効率の良いレーザ光源装置を提供するほか、時分割表示にて任意の色が表現できる光源を用いた時分割表示装置を提供する。

### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記した課題を解決するために、この発明ではPrイオンを添加したファイバとそのファイバを励起する励起光源により、アップコンバージョン励起を行い、レーザ光を発生させる装置において、時分割的に共振波長を切り換えることで赤(635nm付近)、緑(520nm付近)、青色(490nm付近)のレーザ光を得るための手段と、前記各色毎にレーザ光の出力を制御する手段とを具備したことを特徴とする。

【0013】これにより、励起光源が発生した励起光をアップコンバージョンレーザで発振させたレーザ光b出力レベルの調整を各波長毎に行って、赤、緑、青色のレーザ光を時分割で出力することができる。このとき、各レーザ光の出力レベルをレーザ光出力制御部で制御することで、人の目に対して赤、緑、青色だけでなく、白色や他の色を認識できる光源を得ることができる。

【0014】また、Prイオンを添加したファイバと該ファイバを励起する励起光源により、アップコンバージョン励起を行い、時分割的に共振波長を切り換えて表示を行う時分割表示装置において、赤(635nm付近)、緑(520nm付近)、青色(490nm付近)のレーザ光を得るための手段と、前記各レーザ光の出力を色毎に制御する制御手段と、前記制御手段により得られた前記各レーザ光を共振波長の切り換えと同期して空間的に変調する変調手段と、前記変調手段より変調された映像を表示する表示手段とを具備したことを特徴する。

【0015】これにより、赤、緑、青色の映像を交互に表示することができ、RGB時分割の表示装置が実現でき、ランプ光源と異なり、必要な色だけを同じ光源からの発光を使用できるので、エネルギー効率の良好なRG 50

B時分割表示の実現が可能となる。

### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。図1は、この発明の第1の実施の形態について説明するための構成図である。図1において、励起光源10は赤外波長を発光する光源であり、その波長は780nm～900nmの範囲と1010nm付近の2種類である。励起光源10から発生された励起光aは、アップコンバージョンレーザ11に入射する。アップコンバージョンレーザ11では、励起光aを受け赤外波長の光を可視光にアップコンバージョンしてレーザ光bとして出力する。アップコンバージョンレーザ11内では励起光aをPr<sup>3+</sup>添加光ファイバ111に入射する。

【0017】Prイオンは図2に示すようなエネルギー準位を持っている。励起光aの波長によりPrイオンは、基底準位である<sup>3</sup>H4から励起準位である<sup>1</sup>G4に1010nm付近の赤外波長の光を吸収して励起する。この<sup>1</sup>G4準位からさらに790nm～900nmの赤外波長の光を吸収して、さらなる励起準位の<sup>3</sup>P0、<sup>3</sup>P1の準位に励起される。これら励起された準位から下位の準位に遷移する際に種々の光を発光する。

【0018】すなわち、<sup>3</sup>P0→<sup>3</sup>F2、<sup>3</sup>P1→<sup>3</sup>H5、<sup>3</sup>P0→<sup>3</sup>H4と遷移する際に、それぞれ635nm付近(赤)と520nm付近(緑)と490nm付近(青)の波長の光を発光する。これら波長に対して光共振器を作り、誘導放出を行わせることで、各波長でのレーザ光を得ることができる。

【0019】アップコンバージョンレーザ11内にある反射素子112と発振波長選択部113とは光共振器を構成し、発振波長選択部113で選択された波長のみが光共振器により増幅しレーザ発振する。反射素子112は、励起光源10の励起光aに対しては透過させ、レーザ発振させる可視光に対しては高反射させる特性を有している。

【0020】レーザ光出力制御部12は、発振波長選択部113に対して共振波長を切り換えるタイミングcを出力するとともに、制御信号dを出力して励起光源10の出力を制御する。

【0021】これにより、アップコンバージョンレーザ11で発振させたレーザ光bの出力レベルの調整を各波長毎に行って、赤、緑、青色のレーザ光を時分割で出力することができる。従って、各レーザ光の出力レベルを制御することで、人の目に対して赤、緑、青色だけでなく、白色や他の色を認識できる光源を得ることができる。

【0022】ここで、発振波長選択部113の具体的な構成について説明する。図3はアップコンバージョンレーザ11の内部を示したものである。発振波長選択部1

1-3の中には回転板ミラー31と回転装置32があり、光共振器は反射素子112と回転板ミラー31との間で構成する。

【0023】回転装置32には共振波長を切り換えるタイミングcが入力され、回転速度および位相を制御して回転板ミラー31を回転する。回転板ミラー31は図4に示すように、赤、緑、青の各反射ミラーMr, Mg, Mb部分があり、これを回転させることで、順次反射する色が変化する。反射素子112は赤、緑、青色とも反射する特性を持っているので、回転板ミラー31で反射する色について光共振器を構成し、その色についてレーザ発振することになる。

【0024】回転板ミラー31の構成としては図4(A), (B)のように各色毎に3分割した領域を当てる以外に、図4(C)のように、6分割することで回転装置32の回転数を半分にすることも可能なので、特に領域は3分割と限らない。また、図4(D)のように、各色別の反射領域の広さを変えることで、各色の発振時間を変え、見た目上その色を強く表示させることが可能である。

【0025】これにより、レーザ光bの出力制御ができるので、各領域の広さは等分割とする必要はない。また、各ミラーの反射率を変えることでも、レーザ光bの出力を制御することができる。さらに回転スピードを変化させることでも各色の発振時間を変えることができる。

【0026】このように、回転板ミラー31を用いた発振波長選択部113により、順次発振波長を変化させることができるほか、発振させたレーザ光の出力制御也可能となる。

【0027】図5は、発振波長選択部113の別の構成例を示す。発振波長選択部113の中には光スイッチ51, 52があり、その間に赤、緑、青の反射素子53～55がある。各光スイッチ51, 52は制御部56からの制御信号によって切り換える。制御部56には共振波長を切り換えるタイミングcが入力され、そのタイミングに合わせて、使用する反射素子53～55のいずれかを選択する。光共振器は反射素子112と選択された反射素子53～55のいずれかとの間で構成する。光共振器によって発振されたレーザ光は、再度光スイッチ52により選択されてレーザ光bとして出力する。

【0028】図6は発振波長選択部113の他の別の構成例を示す。この構成例は、光スイッチ52を光合成部61に置き換え、制御部56は光スイッチ51のみを制御するようにした部分の構成が図5と異なる。

【0029】この場合、発振したレーザ光を選択するのではなく、各反射素子53～55からの出力をそのまま光合成部61で合成して出力するものである。いずれの場合も反射素子53が選択されたときは赤色、反射素子54が選択されたときは緑色、反射素子55が選択され

たときは青色に対する光共振器を構成して、それぞれの色でレーザ発振しレーザ光bとして出力する。

【0030】このように、図5、図6が図3の構成例と異なる点は、各色の発振時間の制御が光スイッチの切り替え時間でできることであり、光スイッチを用いた発振波長選択部113により柔軟に順次発振波長を変化させることができる。

【0031】次に、レーザ光出力制御部12の具体的動作について説明する。同じ励起光パワーを入力したとしてもアップコンバージョンでの発振効率は、各色別に異なるので励起光源10の出力レベルを発振させ色別に変化させる。すなわち、共振波長の切り換えるタイミングcに合わせて励起光aのパワーを制御するのである。また、発振波長選択部113での説明したように、各色の発振時間を制御しても同様の効果が得られるので、共振波長の切り換えるタイミングcにて強く表示したい色についての発振時間を長くするように制御する。

【0032】これにより、アップコンバージョンレーザ11で発振させたレーザ光bの出力レベルの調整を各波長毎に行うことができる。

【0033】この実施の形態では、Prイオンアップコンバージョンレーザの発振波長を時分割で切り換えることができる上、そのレーザ出力を制御することができるので、人の目に対しいろいろな色と感じることのできる光源を得ることができる。また、赤、緑、青の各色の出力レベルを制御できるので、ディスプレイ用途に必要なホワイトバランスの調整も楽にでき、RGB時分割表示のプロジェクタの光源として用いた場合、必要な色しか発光しないので効率の良い光源となる。

【0034】次に、Pr<sup>3+</sup>+Yb<sup>3+</sup>添加光ファイバを用いた場合の説明をする。Ybイオンの特徴は980nmを中心とする幅広い波長を吸収し、それを1010nm付近のエネルギー準位へ励起することができ、近いエネルギー準位を持つ他のイオンへエネルギー伝達によって与えることができる。

【0035】図2に示すように、Yb<sup>3+</sup>は980nmを中心とする光を吸収することによりエネルギー準位2F7/2 → 2F5/2へと励起され、その後2F5/2準位からPr<sup>3+</sup>の1G4準位へエネルギー伝達が行われる。これにより、Pr<sup>3+</sup>+Yb<sup>3+</sup>アップコンバージョンレーザの励起波長を変えることができるので、励起光源10からの励起光aの波長を、780nm～900nmの範囲と950nm～1050nmの範囲として広げることができる。また、Ybイオンは850nm付近の光でも効率は悪いが励起できるので、励起光源10からの励起光aの波長を850nm付近として1波長とすることも可能となる。

【0036】図7に、この光ファイバを用いた構成例を示すが、図7はPr<sup>3+</sup>添加光ファイバ111をPr<sup>3+</sup>+Yb<sup>3+</sup>添加光ファイバ71に置き換えただけ

で、他の構成は図1の構成と同じである。動作の違いは励起光源10の波長が異なっているだけである。

【0037】従って、Pr<sub>3+</sub>+Yb<sub>3+</sub>添加光ファイバ71を用いた場合には、使用可能な励起光源の波長範囲が拡大されるかまたは、1波長で済むというメリットがある上、Pr<sub>3+</sub>添加光ファイバ111を用いたときと同じく、人の目に対しいろいろな色を感じることできる光源を得ることができるほか、RGB時分割表示のプロジェクタの光源としての効率の良い光源になる。

【0038】次に、共振波長の切り換え順番について説明する。図2のエネルギー準位図をみると、635nmの赤色が発振する準位と490nmの青色が発振する準位は、3POと同じで520nmの緑色だけが3P1と異なっている。レーザ発振させるためには反転分布状態が必要であり、青色が発振するためには基底準位3H4に対して3POの準位の密度が多くなければならない。従って、赤色が発振している状態では十分に多いとは言えず、青色発振に対する反転分布になるまで多少時間がかかる。このため、赤色発振したあと共振波長の選択を緑色にすることにより、スムーズな切り換えが可能になる。

【0039】すなわち、共振波長の切り換え順は、反射板の図4(A)に示すように635nmの赤色共振直後に520nm緑色の共振波長を選択するようにし、光スイッチの場合は、図5、図6で反射素子112の次に赤、緑、青の各反射素子53～55を選択するように光スイッチを制御する。これにより、より高速にレーザ光bの色の切り換えが可能になる。

【0040】図8は、この発明の第2の実施の形態について説明するための構成図である。この実施の形態は、図1の構成図に空間変調部81と表示部82を追加してRGB時分割表示装置としたもので、Pr<sub>3+</sub>添加光ファイバ111を図7のPr<sub>3+</sub>+Yb<sub>3+</sub>添加光ファイバ71に置き換える同じである。共振波長を切り換えて各色のレーザ光を得る部分は同じであるので、その部分の説明は省略し、異なる部分について説明する。

【0041】レーザ光出力制御部12からは空間変調部81にも共振波長の切り換えるタイミングcを入力し、各色別の画像に合わせて空間変調部81で各色の変調を行う。その変調後の光を表示部82にて表示させる。レーザ光出力制御部12の制御としては空間変調部81で変調しないときに、人がみて白色と認識できるように、各色のレーザ光出力レベルを調整する。いわゆるホワイトバランスを光源自身で取ることができる。この調整は励起光源10の出力を制御したり、発振波長選択部113での各色別の発振時間を制御しても可能である。発振

時間を調整したときは、その時間に合わせて、空間変調部81での各色別の変調時間もタイミングcにより制御する。

【0042】これにより、赤、緑、青色の映像を交互に表示することができ、RGB時分割の表示装置が実現できる。従って、従来のランプ光源と異なり、必要な色だけを同じ光源からの発光を使用できるので、エネルギー効率の良好なRGB時分割表示の実現が可能となる。

【0043】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明によれば、時分割でRGB画面を表示するプロジェクタ用の光源として、効率の良い時分割RGBレーザ光源装置を得られるほか、時分割表示にて任意の色が表現できる光源を得ることができる。また、この光源を使用することでエネルギー効率の良い時分割表示装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施の形態について説明するための構成図。

【図2】Pr<sub>3+</sub>+Yb<sub>3+</sub>添加光ファイバのエネルギー準位について説明するための説明図。

【図3】図1の発振波長選択部の第1の具体例について説明するための構成図。

【図4】図3で用いる回転板ミラーについて説明するための説明図。

【図5】図1の発振波長選択部の第2の具体例について説明するための構成図。

【図6】図1の発振波長選択部の第3の具体例について説明するための構成図。

【図7】図1を異なる光ファイバに置き換えた場合について説明するための構成図。

【図8】この発明の第2の実施の形態について説明するための構成図。

【図9】従来のプロジェクタについて説明するための構成図。

【図10】他の従来のプロジェクタについて説明するための構成図。

【図11】もう一つの他の従来のプロジェクタについて説明するための構成図。

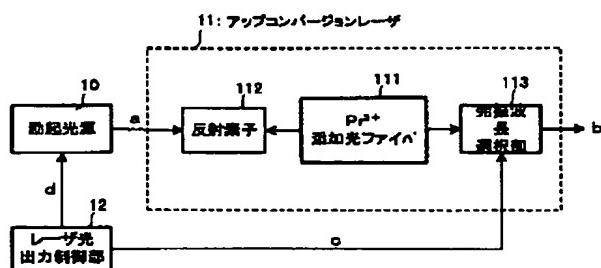
【符号の説明】

10…励起光源 11…アップコンバージョンレーザ

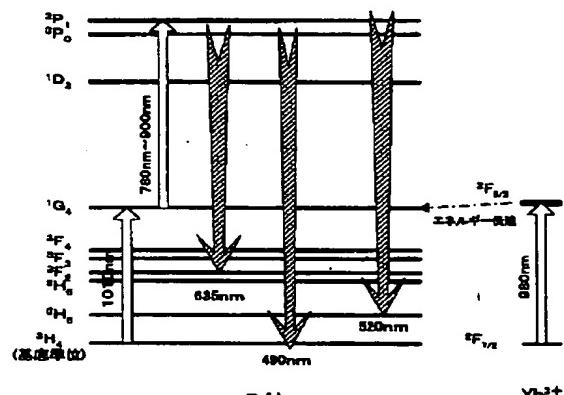
111…Pr<sub>3+</sub>添加光ファイバ 112…反射素子  
113…発振波長選択部 12…レーザ光出力制御部

71…Pr<sub>3+</sub>+Yb<sub>3+</sub>添加光ファイバ 82…表示部。  
81…空間変調部

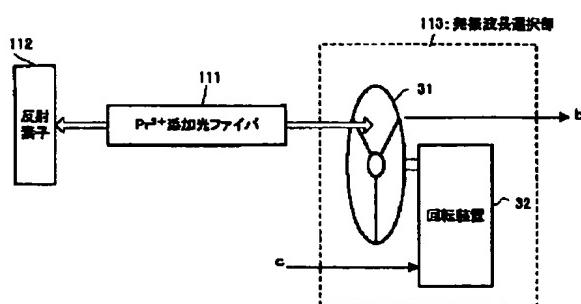
【図1】



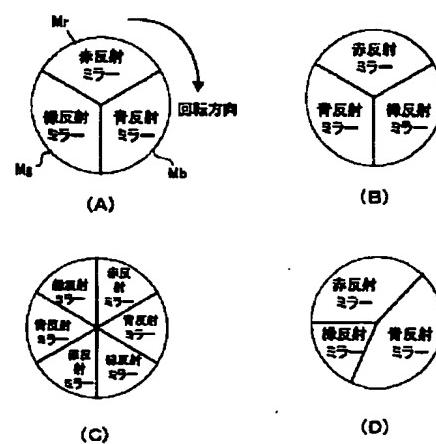
【図2】



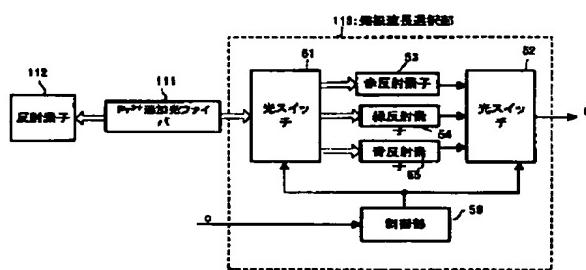
【図3】



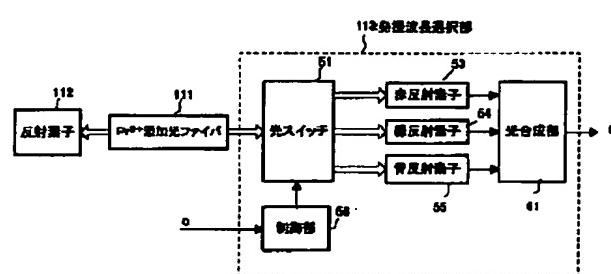
【図4】



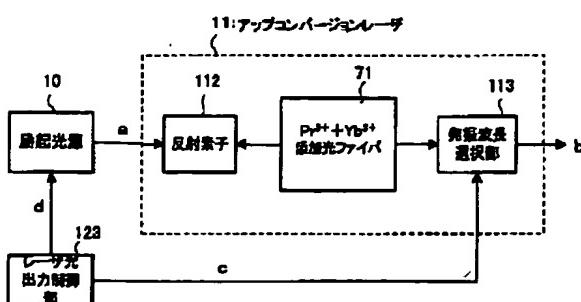
【図5】



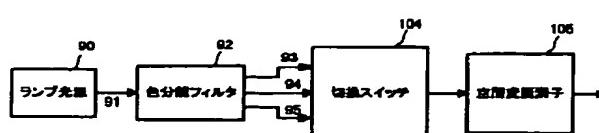
【図6】



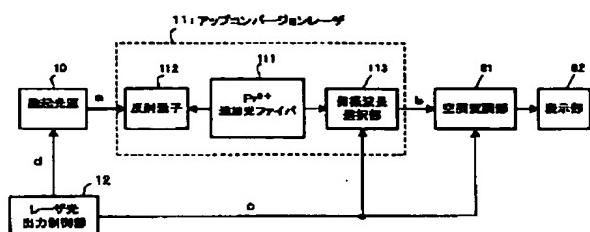
【図7】



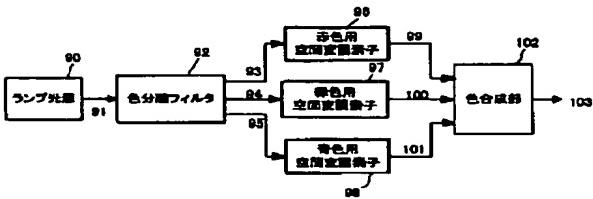
【図10】



【図8】



【図9】



【図11】

